

(f9)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 813 097 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
17.12.1997 Bulletin 1997/51

(51) Int Cl.⁶: G02F 1/35, H04B 10/17,
H01S 3/25

(21) Numéro de dépôt: 97401290.8

(22) Date de dépôt: 09.06.1997

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE

• Sotom, Michel
75015 Paris (FR)
• De Bouard, Dominique
91700 St Geneviève Des Bois (FR)

(30) Priorité: 14.06.1996 FR 9607421

(71) Demandeur: ALCATEL ALSTHOM COMPAGNIE
GENERALE D'ELECTRICITE
75382 Paris Cédex 08 (FR)

(74) Mandataire: Fournier, Michel Robert Marie et al
c/o ALCATEL ALSTHOM,
Département de Propriété Industrielle,
30, avenue Kléber
75116 Paris (FR)

(72) Inventeurs:
• Chiaroni, Dominique
92160 Antony (FR)

(54) Dispositif de mise en forme de signaux optiques binaires et son utilisation pour modifier lesdits signaux

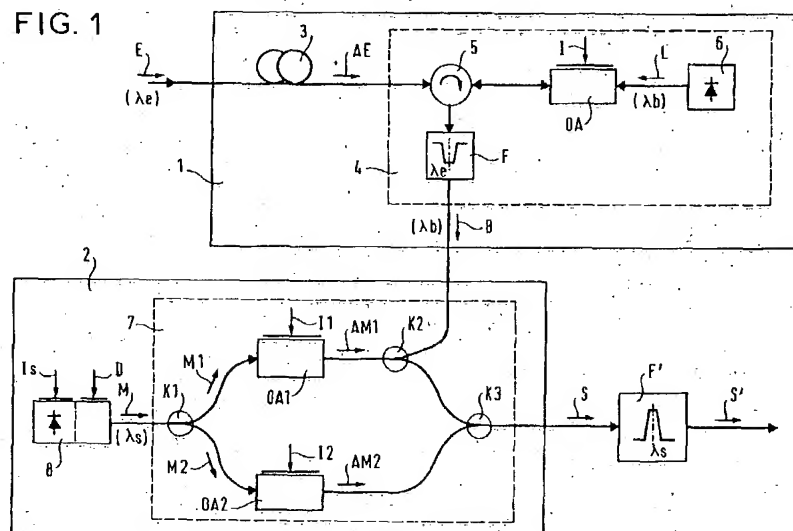
(57) Pour réaliser la mise en forme de signaux optiques binaires, le dispositif comporte un premier étage (1) pour fournir un signal modulant (B) dont les niveaux hauts sont stabilisés pour être peu dépendants des fluctuations du signal d'entrée. Le signal (B) est appliqué à un second étage (2) comportant une structure interférométrique (7) conçue de façon à fournir un signal de sortie (S) résultant d'une interférence respectivement

constructive ou destructive de première et seconde ondes auxiliaires (AM1, AM2) lorsque la puissance du signal modulant (B) correspond respectivement à un premier ou à un second état logique.

Le dispositif peut servir à modifier le signal d'entrée par effacement ou insertion de données.

Application à la commutation ou à la transmission de données optiques

FIG. 1



Description

L'invention se situe dans le domaine des systèmes optoélectroniques utilisés pour la transmission ou le traitement optique de données numériques optiques.

Dans ces systèmes, les informations sont souvent sous la forme de données binaires représentées par des impulsions modulant une onde porteuse optique. Une valeur binaire est donc déterminée en fonction du niveau d'amplitude (ou de puissance) de l'onde optique modulée.

Au cours de la transmission, ce signal subit inévitablement des dégradations qui rendent plus difficile au niveau des récepteurs la détection des niveaux hauts et bas du signal reçu. Dans le domaine de l'amplitude, la qualité d'un signal optique est habituellement définie par deux paramètres : le rapport signal à bruit et le taux d'extinction. Le rapport signal à bruit est défini comme le rapport de la puissance optique du signal à la puissance de bruit dans une bande de longueur d'onde contenant la longueur d'onde de la porteuse du signal. Le taux d'extinction est défini comme le rapport des puissances correspondant respectivement aux niveaux hauts et bas du signal.

L'invention a pour but de proposer un dispositif entièrement optique, c'est-à-dire sans conversion optique-électrique et inversement, qui soit capable d'améliorer la qualité d'un signal optique binaire, c'est-à-dire d'augmenter le taux d'extinction tout en conservant un rapport signal à bruit le plus grand possible. En d'autres termes, le dispositif doit être capable à partir d'un signal d'entrée modulé de mauvaise qualité de fournir un signal de sortie dont les niveaux hauts sont stabilisés avec une puissance optique constante, dont les niveaux bas ont une puissance pratiquement nulle, tout en présentant un rapport signal à bruit très élevé.

Une solution envisageable pour augmenter le taux d'extinction consiste à utiliser une structure interférométrique, par exemple de type Mach-Zehnder. La structure se compose de deux branches véhiculant deux ondes cohérentes couplées pour former le signal de sortie. L'une des branches comporte un milieu dont l'indice varie en fonction de la puissance optique qu'elle véhicule et un signal d'entrée est introduit dans cette branche. Les variations de puissance du signal d'entrée modulent alors l'indice et les deux ondes peuvent interférer de façon destructive ou constructive en fonction du niveau de puissance du signal d'entrée.

Une telle structure permet bien d'améliorer le taux d'extinction mais présente l'inconvénient que les conditions d'interférences destructive et constructive sont très contraignantes vis-à-vis du signal d'entrée, en particulier de sa longueur d'onde et surtout de son niveau de puissance à l'état haut. Il en résulte un fonctionnement très sensible aux fluctuations de ces paramètres.

L'invention a pour but de remédier aux inconvénients du dispositif précédent. Dans ce but, l'invention a pour objet un dispositif de mise en forme d'un signal

binaire d'entrée ayant la forme d'une première onde optique modulée entre des niveaux bas et hauts de puissance, caractérisés en ce qu'il comporte :

- 5 - un premier étage pour fournir, en fonction dudit signal d'entrée, un signal optique modulant ayant la forme d'une seconde onde optique de longueur d'onde déterminée et modulée entre des premiers et des seconds niveaux de puissance, les plus hauts parmi lesdits premiers et seconds niveaux étant stabilisés pour être peu dépendants des fluctuations desdits niveaux bas et hauts du signal d'entrée et
- 10 - un second étage comportant une structure interférométrique couplée audit premier étage pour recevoir ledit signal modulant et conçue de façon à fournir un signal de sortie résultant d'une interférence respectivement constructive ou destructive de première et seconde ondes auxiliaires lorsque la puissance du signal modulant est égale respectivement auxdits premiers ou seconds niveaux.

Ainsi, le premier étage a pour rôle de supprimer les fluctuations éventuelles des niveaux hauts du signal modulant introduit dans la structure interférométrique. Il en résulte un fonctionnement stable de cette structure. En outre, le dispositif est indépendant de la valeur ou des fluctuations de la longueur d'onde du signal optique d'entrée ainsi que de sa polarisation.

Selon un mode de réalisation particulier le dispositif est caractérisé en ce que ladite structure interférométrique comporte une première et une seconde branche guidante recevant par des premiers moyens de couplage respectivement une première et une seconde partie d'une troisième onde optique, lesdites branches étant munies respectivement d'un premier et d'un second amplificateur optique semi-conducteur, ledit premier amplificateur recevant par des seconds moyens de couplage ledit signal modulant, lesdits premiers et seconds amplificateurs étant alimentés par des courants électriques ajustés pour fournir respectivement lesdites première et seconde ondes auxiliaires.

Ainsi, en plus de l'effet d'amplification apporté par les amplificateurs semi-conducteurs, on exploite aussi leur propriété de posséder un indice fonction à la fois de la puissance optique totale qu'il reçoit et du courant injecté dans sa couche active. Cela permet donc d'ajuster aisément le point de fonctionnement de la structure interférométrique.

Avantageusement, les premier et second moyens de couplage sont disposés de façon à ce que ledit premier amplificateur fournisse ladite première onde auxiliaire et reçoive ledit signal modulant selon des sens de propagation opposés.

Cette dernière disposition facilite l'extraction du signal de sortie.

D'autre part, le bruit qui accompagne le signal de sortie est essentiellement dû à l'émission spontanée

amplifiée ("A S E") produite par les amplificateurs semi-conducteurs de la structure interférométrique. Aussi, pour en atténuer les effets sur le signal de sortie et selon un autre aspect de l'invention, les courants sont ajustés pour que ladite interférence soit destructive lorsque lesdits premiers niveaux sont les plus hauts niveaux du signal modulant.

Selon un mode de réalisation préféré, ledit premier étage comporte un troisième amplificateur semi-conducteur apte à recevoir ledit signal d'entrée ainsi qu'une quatrième onde optique. Le troisième amplificateur et/ou le signal d'entrée sont alors dimensionnés pour placer le troisième amplificateur en état de saturation de gain lorsque le signal d'entrée est à l'état haut. Enfin, le signal modulant est constitué par ladite quatrième onde optique amplifiée par ledit troisième amplificateur.

Avantageusement, le troisième amplificateur est un amplificateur optique semi-conducteur à gain stabilisé. Cette dernière disposition présente l'intérêt que le niveau haut du signal modulant reste constant même si le niveau bas du signal d'entrée subit d'importantes variations. Ceci contribue à améliorer la stabilité de fonctionnement de la structure interférométrique.

Le dispositif de mise en forme selon l'invention peut être avantageusement utilisé pour effectuer des modifications des données reçues. Plus précisément, il permet d'effacer une partie des données d'un signal reçu ou d'y insérer de nouvelles données. L'effacement ou l'inscription de données est par exemple utile dans les matrices de commutation qui traitent des données associées à un en-tête contenant des informations de routage.

Aussi l'invention a également pour objet un procédé pour modifier un signal optique binaire d'entrée, caractérisé en ce qu'il consiste à appliquer ledit signal d'entrée au dispositif de mise en forme selon l'invention et à moduler en puissance lesdites ondes auxiliaires.

En variante, l'invention prévoit en outre de modifier le signal optique binaire d'entrée en modulant en puissance ladite quatrième onde optique ou en modulant le courant électrique appliqué audit troisième amplificateur. En particulier, la modulation de la quatrième onde optique par un signal d'échantillonnage approprié permet à la fois une remise en forme et une resynchronisation d'un signal binaire d'entrée.

D'autres aspects et avantages de l'invention apparaîtront dans la suite de la description en référence aux figures.

- La figure 1 représente schématiquement un mode de réalisation préféré du dispositif selon l'invention.
- Les figures 2 à 4 sont des courbes permettant d'expliquer le principe de fonctionnement du dispositif de la figure 1.
- Les figures 5 à 8 sont des chronogrammes montrant des transformations de signaux optiques binaires effectuées par le dispositif selon l'invention.
- Les figures 9 et 10 sont des variantes de réalisation

de la structure interférométrique faisant partie du dispositif selon l'invention.

- La figure 11 est une variante de réalisation du premier étage du dispositif selon l'invention.

Le dispositif représenté à la figure 1 comprend un premier étage 1 recevant un signal optique binaire d'entrée E destiné à être mis en forme par le dispositif et fournissant à un second étage 2 un signal optique modulant B.

Le premier étage 1 comporte un amplificateur optique à fibres 3 recevant le signal d'entrée E et fournissant un signal d'entrée amplifié AE à un dispositif écréteur 4. Le dispositif écréteur 4 comporte un amplificateur optique semi-conducteur OA dont une première face est couplée à un oscillateur laser 6 fournissant une onde porteuse intermédiaire L. L'autre face de l'amplificateur OA est reliée à un circulateur 5 comportant un premier et un second ports prévus respectivement pour recevoir de l'amplificateur à fibres 3 le signal d'entrée amplifié AE et l'injecter dans l'amplificateur OA. Un troisième port du circulateur 5 fournit le signal modulant B par l'intermédiaire d'un filtre réjecteur F calé sur la longueur d'onde λ_e du signal d'entrée E. La longueur d'onde λ_b de l'onde intermédiaire L est choisie différente de celle du signal d'entrée E et sera avantageusement modifiable en utilisant comme source 6 un oscillateur laser accordable en longueur d'onde.

Le fonctionnement du premier étage peut être expliqué à l'aide des figures 2, 5, 6 et 7. La figure 5 représente, à titre d'exemple et de façon schématique, les variations en fonction du temps de la puissance optique P_e du signal d'entrée E. Il est supposé qu'un premier train de données à forte puissance optique moyenne est suivi d'un second train de données à puissance optique moyenne plus faible. Par ailleurs, les niveaux hauts E1 et bas E0 du signal E présentent des fluctuations importantes. L'amplificateur à fibres 3 est prévu pour fonctionner en mode de saturation de gain. Il en résulte une égalisation de la puissance optique moyenne du signal amplifié AE. La figure 6 représente les variations en fonction du temps de la puissance optique P_{ae} du signal amplifié AE.

La figure 2 montre schématiquement les variations du gain G de l'amplificateur OA en fonction de la puissance optique totale P qu'il reçoit. Dans le cas de l'écréteur 4, la puissance P est la somme de la puissance P_l de l'onde intermédiaire L et de la puissance P_{ae} du signal amplifié AE. La courbe représentée correspond au cas d'un amplificateur à gain stabilisé réalisé par exemple conformément aux enseignements de la demande de brevet européen EP-A-639 876. Un tel amplificateur a la propriété de conserver un gain constant pour une large plage de variations de la puissance optique qu'il reçoit. Par contre, le gain diminue fortement lorsque la puissance dépasse une valeur de seuil caractéristique de l'amplificateur choisi. Grâce à un dimensionnement approprié de l'amplificateur à fibres 3 et/ou de l'amplifi-

cateur semi-conducteur OA, la modulation de puissance du signal d'entrée amplifié AE est capable de moduler le gain G entre une valeur haute constante G0 et des valeurs faibles G1. Cette modulation de gain s'applique à l'onde auxiliaire L dont la puissance P1 est constante. Il en résulte que l'amplificateur OA émet en direction du circulateur 5 une onde modulée en puissance dont les niveaux hauts sont pratiquement indépendants des fluctuations des niveaux bas du signal d'entrée E. Ainsi, le signal modulant B obtenu après un éventuel filtrage F présente également cette propriété comme représenté à la figure 7.

Le second étage 2 du dispositif de la figure 1 comporte une structure interférométrique 7 constituée de deux branches guidantes munies respectivement d'amplificateurs optiques semi-conducteurs OA1 et OA2. Un premier coupleur K1 permet de coupler une extrémité de chacune de ces branches à une source laser 8 fournissant une onde porteuse de sortie M de longueur d'onde λ_s . Un second coupleur K2 est disposé de façon à permettre l'introduction du signal modulant B dans le premier amplificateur OA1. Un troisième coupleur K3 relié au coupleur K2 et au second amplificateur OA2 est disposé de façon à fournir un signal de sortie S résultant du couplage d'ondes auxiliaires AM1 et AM2 fournies respectivement par les amplificateurs OA1 et OA2. Les ondes AM1 et AM2 correspondent aux ondes M1 et M2 issues du coupleur K1 et amplifiées respectivement par les amplificateurs OA1 et OA2.

Des courants I1 et I2 sont injectés respectivement dans les amplificateurs OA1 et OA2. Selon une première possibilité, ces courants sont ajustés de façon à ce que le signal de sortie S résulte d'une interférence constructive des ondes AM1 et AM2 lorsque la puissance du signal modulant B est basse et résulte d'une interférence destructive dans le cas contraire. Ce cas est illustré à la figure 3 qui représente la puissance de sortie Ps du signal S en fonction de la puissance Pb du signal modulant B lorsque le courant I2 a la valeur I20.

Selon une autre possibilité, le courant I2 peut être ajusté à une valeur I21 supérieure à I20 pour obtenir une réponse de la structure interférométrique 7 conformément à la figure 4. Dans ce cas, l'interférence est destructive lorsque la puissance du signal B est faible et constructive lorsqu'elle est élevée.

Ainsi, dans le cas d'une réponse conforme à la figure 3, les variations de la puissance Ps du signal de sortie en fonction du temps seront représentées conformément à la figure 8. L'ensemble peut être complété par un filtre de sortie F' calé sur la longueur d'onde λ_s de façon à éliminer les émissions spontanées amplifiées produites par les amplificateurs OA1 et OA2.

L'ensemble qui vient d'être présenté permet donc une excellente remise en forme du signal d'entrée en tolérant de fortes fluctuations de ses niveaux hauts et bas. Le premier étage a notamment pour rôle de stabiliser le fonctionnement de la structure interférométrique 7 du second étage 2 tandis que ce dernier a pour rôle

de régénérer le taux d'extinction dégradé par le premier étage.

Dans le cas où la source 6 est accordable en longueur d'onde, on choisira avantageusement une longueur d'onde λ_b qui assure un gain maximal à l'amplificateur OA1 pour le courant d'injection I1 choisi.

Concernant le choix des courants I1 et I2 dans le cas par exemple de la réponse selon la figure 3, on peut utiliser la méthode suivante. On applique un courant I1 élevé, par exemple de 200 mA, avec un signal B de puissance nulle et on cherche la valeur I20 du courant I2 telle que la puissance Ps du signal de sortie soit maximale S1. Ensuite, en conservant les mêmes courants, on recherche la puissance B1 du signal B à injecter pour que la puissance de sortie Ps soit minimale S0. On cherche enfin la valeur du courant I à injecter dans l'amplificateur OA de l'écrêteur 4 pour que le niveau haut de puissance du signal B soit égal à la valeur B1 précédemment déterminée.

Pour effectuer des modifications du signal d'entrée en utilisant le dispositif qui vient d'être décrit, il convient de prévoir des moyens permettant de moduler la puissance des ondes auxiliaires AM1 et AM2. Pour cela, on peut par exemple utiliser comme source 8 un laser à modulateur intégré. Un courant Is est alors injecté dans la partie laser tandis qu'une tension de modulation D est appliquée en inverse sur la partie modulateur. Avec un tel dispositif, il est possible d'effacer les données d'entrée en annulant la puissance optique de l'onde M fournie par la modulateur. Dans le cas où l'interférence est destructive lorsque le signal B est à l'état haut, on pourra insérer des données lorsque ce signal B est à l'état bas en modulant la puissance de l'onde M par modulation de la tension D. Dans le cas où l'interférence est constructive lorsque le signal B est à l'état haut, on pourra insérer des données lorsque ce signal est à l'état haut en modulant la puissance du signal M comme précédemment.

Des modifications du signal d'entrée peuvent aussi être effectuées en modulant la puissance P1, par exemple au moyen d'un modulateur placé entre la source 6 et l'amplificateur OA. Cette possibilité peut être avantageusement utilisée pour resynchroniser un signal d'entrée E synchrone, c'est-à-dire supprimer la gigue pouvant l'affecter. Par exemple, dans le cas d'un signal d'entrée de type NRZ, il suffit pour cela de moduler la puissance P1 par un signal d'horloge d'échantillonnage (non représenté sur la figure) constitué d'impulsions de largeur inférieure au temps bit du signal d'entrée, de fréquence égale à la fréquence bit et calées environ au milieu des intervalles de temps bit du signal. Si la durée des impulsions est égale à la moitié du temps bit du signal d'entrée, on peut obtenir en sortie un signal de type RZ.

Si par contre on veut fournir un signal de sortie S de type NRZ, on peut simplement ajuster les courants I1 et I2 de façon à ce que la bande passante de l'amplificateur OA1, donc du second étage 2, présente une fré-

quence de coupure comprise entre la fréquence bit et la moitié de cette fréquence.

On peut également procéder à des effacements partiels du signal en modulant le courant I qui alimente l'amplificateur OA.

La figure 9 représente une variante de réalisation de la structure interférométrique 7. la structure est aussi de type Mach-Zehnder mais le signal modulant B et l'onde M sont injectés dans le premier amplificateur OA1 selon le même sens de propagation. Le fonctionnement est analogue à celui de la structure représentée à la figure 1 à la différence près qu'un filtre de sortie F' capable d'éliminer efficacement la longueur d'onde λ_b soit placé en sortie du dispositif.

La figure 10 représente une autre structure de type Michelson équivalente à la précédente. Selon cette variante, les deux amplificateurs OA1 et OA2 sont couplés par une seule de leurs extrémités, les faces opposées étant munies d'un revêtement réfléchissant R1, R2. Le signal modulant est injecté dans le premier amplificateur OA1 par l'intermédiaire de la face R1 et l'onde M est injectée dans les deux amplificateurs OA1 et OA2 par les faces opposées aux faces R1 et R2 par l'intermédiaire d'un ensemble K1 formé d'un circulateur associé à un coupleur. Un premier port du circulateur reçoit l'onde M, le second port est couplé aux deux amplificateurs OA1, OA2 et un troisième port fournit le signal de sortie S.

La figure 11 représente une variante de réalisation de l'écrêteur 4. Le principe de fonctionnement est analogue à celui du dispositif représenté à la figure 1 à la différence près que l'onde L et le signal d'entrée amplifié AE sont injectés dans l'amplificateur OA avec le même sens de propagation. Il est alors nécessaire de prévoir un filtre réjecteur F capable d'éliminer efficacement la longueur d'onde λ_e du signal d'entrée.

On peut noter que dans la réalisation de l'écrêteur 4 de la figure 1, il est possible de supprimer le filtre F en prévoyant des traitements antireflet sur les faces de l'amplificateur OA. Dans ce cas, il sera facile d'intégrer dans un même composant les trois amplificateurs OA, OA1, OA2, à condition toutefois de remplacer le circulateur 5 par un simple coupleur.

Revendications

1. Dispositif de mise en forme d'un signal optique d'entrée (E) ayant la forme d'une première onde optique modulée entre des niveaux bas et hauts (E0, E1) de puissance, caractérisé en ce qu'il comporte :

- un premier étage (1) pour fournir, en fonction dudit signal d'entrée (E), un signal optique modulant (B) ayant la forme d'une seconde onde optique de longueur d'onde déterminée (λ_b) et modulée entre des premiers et des seconds niveaux de puissance (B0, B1), les plus hauts

(B1) parmi lesdits premiers et seconds niveaux (B0, B1) étant stabilisés pour être peu dépendants des fluctuations desdits niveaux bas et hauts (E0, E1) du signal d'entrée (E) et un second étage (2) comportant une structure interférométrique (7) couplée audit premier étage (1) pour recevoir ledit signal modulant (B) et conçue de façon à fournir un signal de sortie (S) résultant d'une interférence respectivement constructive ou destructive de première et seconde ondes auxiliaires (AM1, AM2) lorsque la puissance du signal modulant (B) est égale respectivement auxdits premiers ou seconds niveaux (B0, B1).

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite structure interférométrique (7) comporte une première et une seconde branche guidante recevant par des premiers moyens de couplage (K1) respectivement une première et une seconde partie (M1, M2) d'une troisième onde optique (M), lesdites branches étant munies respectivement d'un premier et d'un second amplificateur optique semi-conducteur (OA1, OA2), ledit premier amplificateur (OA1) recevant par des seconds moyens de couplage (K2) ledit signal modulant (B), lesdits premiers et seconds amplificateurs (OA1, OA2) étant alimentés par des courants électriques (I1, I2) ajustés pour fournir respectivement lesdites première et seconde ondes auxiliaires (AM1, AM2).
3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que lesdits premier et second moyens de couplage (K1, K2) sont disposés de façon à ce que ledit premier amplificateur (OA1) fournisse ladite première onde auxiliaire (AM1) et reçoive ledit signal modulant (B) selon des sens de propagation opposés.
4. Dispositif selon l'une des revendications 2 à 3, caractérisé en ce que lesdits courants (I1, I2) sont ajustés pour que ladite interférence soit destructive lorsque lesdits premiers niveaux sont les plus hauts niveaux (B1) du signal modulant (B).
5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que ledit premier étage (1) comporte un troisième amplificateur semi-conducteur (OA) apte à recevoir ledit signal d'entrée (E) ainsi qu'une quatrième onde optique (L), en ce que ledit troisième amplificateur (OA) et/ou ledit signal d'entrée (E) sont dimensionnés pour placer ledit troisième amplificateur (OA) en état de saturation de gain lorsque le signal d'entrée (E) est à l'état haut (E1) et en ce que ledit signal modulant (B) est constitué par ladite quatrième onde optique (L) amplifiée par ledit troisième amplificateur (OA).

6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que ledit troisième amplificateur (OA) est un amplificateur optique semi-conducteur à gain stabilisé.
7. Dispositif selon l'une des revendications 5 ou 6, caractérisé en ce que ladite quatrième onde (L) a une longueur d'onde (λ_b) qui assure un gain maximal audit premier amplificateur (OA1). 5
8. Dispositif selon l'une des revendications 5 à 7, caractérisé en ce que ledit premier étage (1) comporte un amplificateur optique à fibres (3) apte à fonctionner en mode de saturation de gain et disposé de façon à amplifier ledit signal d'entrée (E) avant de l'appliquer audit troisième amplificateur (OA). 10 15
9. Procédé pour modifier un signal optique binaire d'entrée (E), caractérisé en ce qu'il consiste à appliquer ledit signal d'entrée (E) au dispositif de mise en forme selon l'une des revendications 1 à 8 et à moduler en puissance lesdites ondes auxiliaires (AM1, AM2). 20
10. Procédé pour modifier un signal optique binaire d'entrée (E), caractérisé en ce qu'il consiste à appliquer ledit signal d'entrée (E) au dispositif de mise en forme selon l'une des revendications 2 à 4 et à moduler en puissance ladite troisième onde optique (M). 25 30
11. Procédé pour modifier un signal optique binaire d'entrée (E), caractérisé en ce qu'il consiste à appliquer ledit signal d'entrée (E) au dispositif de mise en forme selon l'une des revendications 5 à 8 et à moduler en puissance ladite quatrième onde optique (L). 35
12. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que ladite quatrième onde optique (L) est modulée par un signal d'horloge d'échantillonnage constitué d'impulsions de largeur inférieure au temps bit du signal d'entrée (E), de fréquence égale à celle du signal d'entrée (E) et calées environ au milieu des intervalles de temps bit du signal d'entrée (E). 40 45
13. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que ledit second étage (2) est prévu pour présenter une fréquence de coupure comprise entre la fréquence bit du signal d'entrée (E) et la moitié de cette fréquence. 50
14. Procédé pour modifier un signal optique binaire d'entrée (E), caractérisé en ce qu'il consiste à appliquer ledit signal d'entrée (E) au dispositif de mise en forme selon l'une des revendications 5 à 8 et à moduler le courant électrique (I) appliqué audit troisième amplificateur (OA). 55

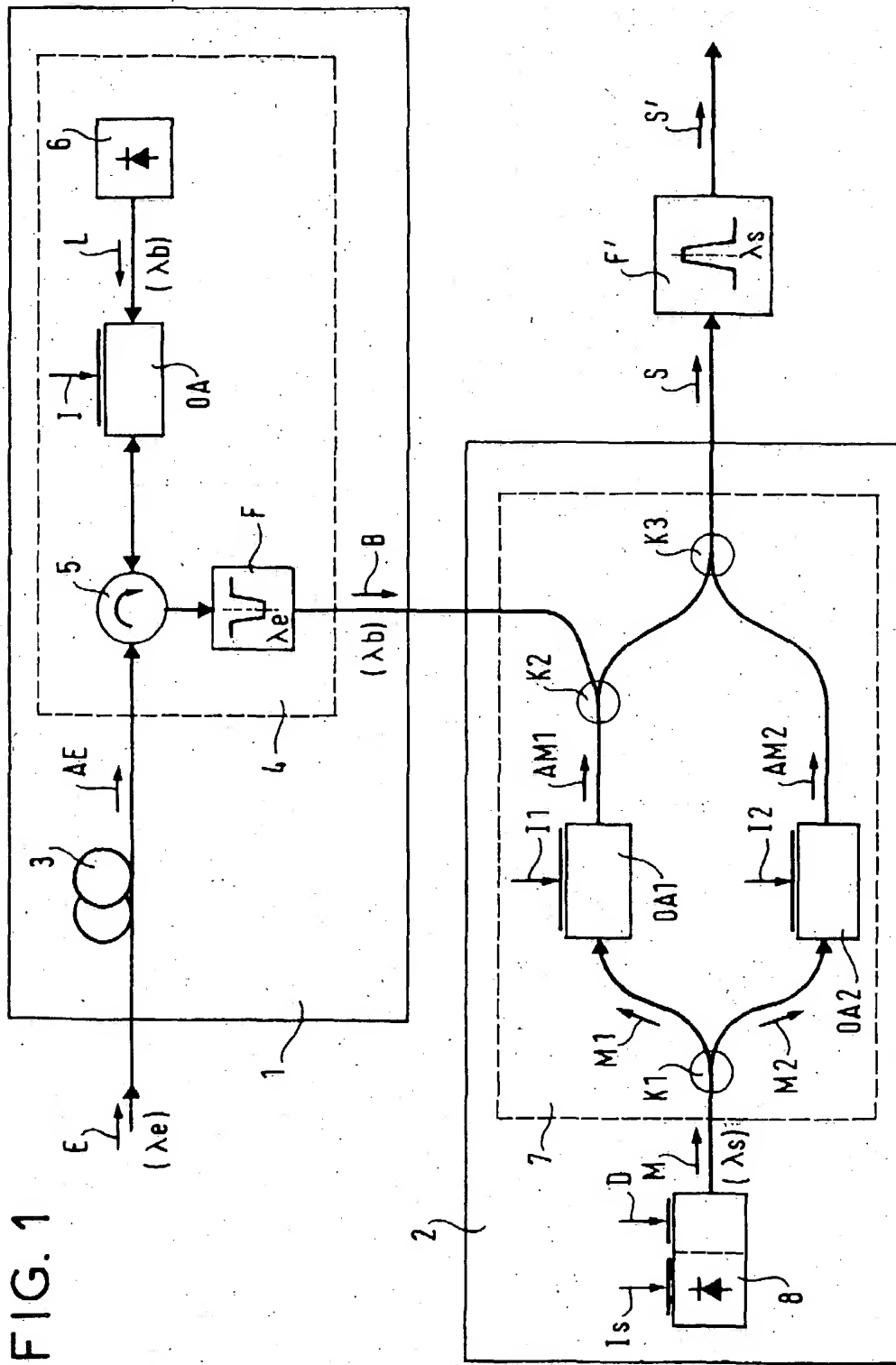


FIG. 2

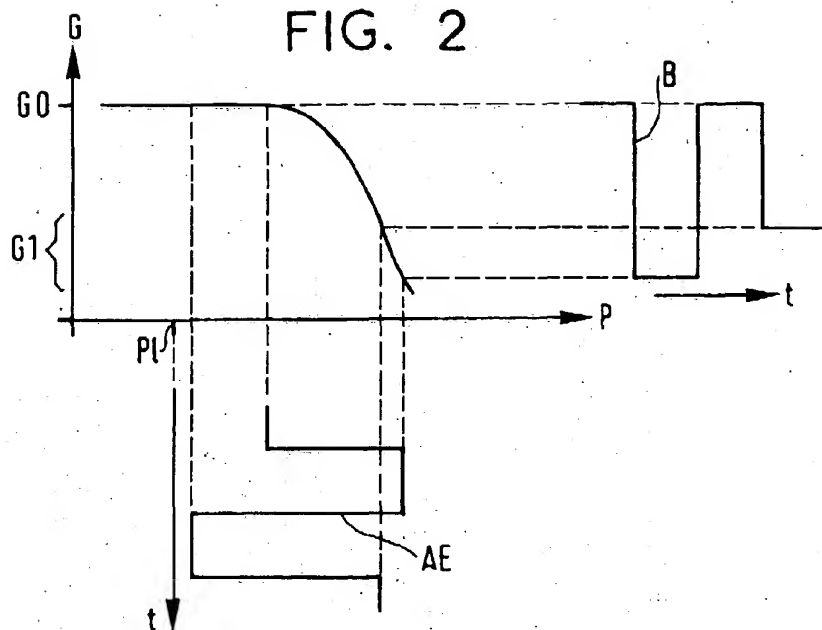


FIG. 3

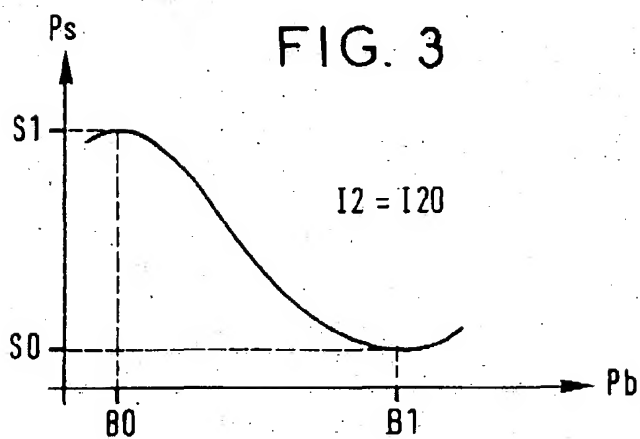


FIG. 4

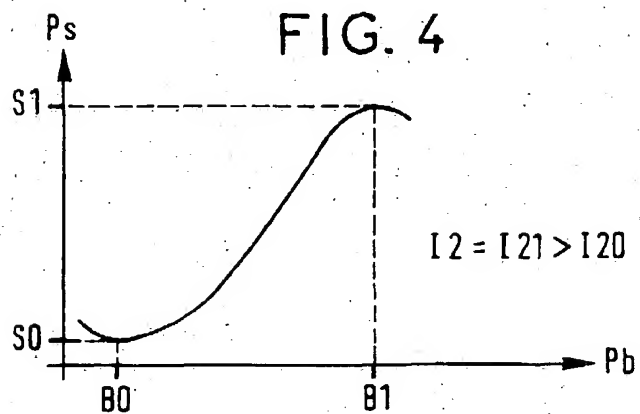


FIG. 9

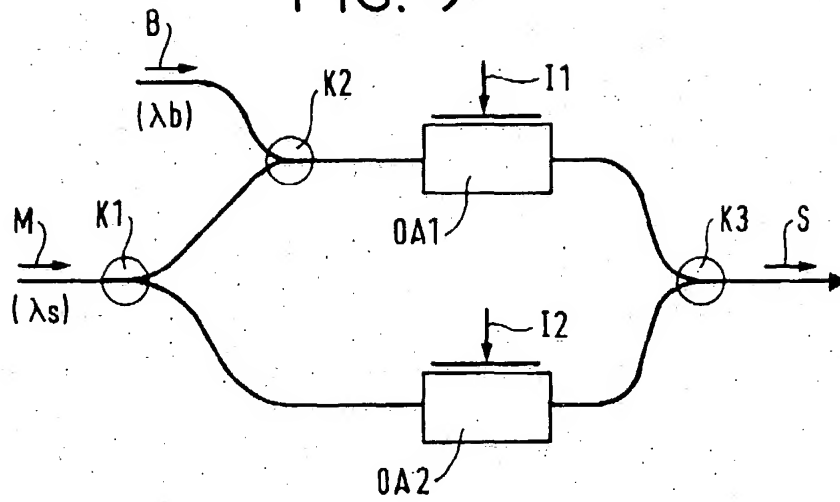


FIG. 10

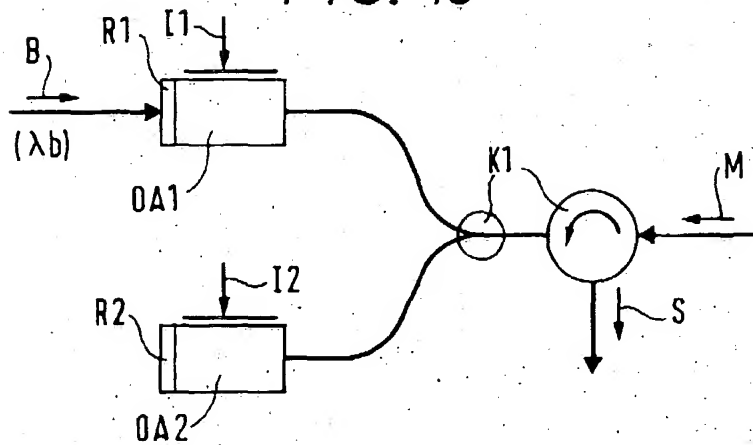
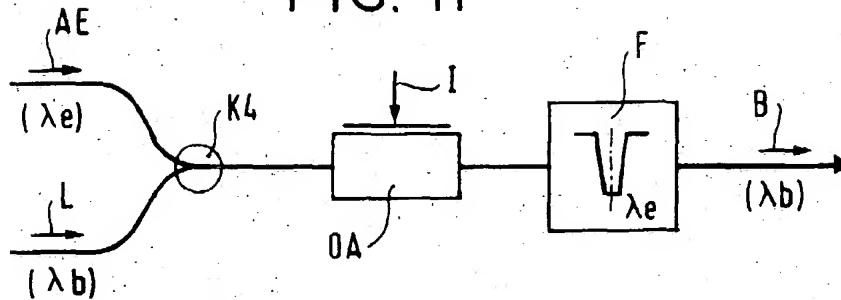


FIG. 11





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 97 40 1290

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
A	JOERGENSEN C ET AL: "Wavelength conversion by optimized monolithic integrated Mach-Zehnder interferometer" IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, APRIL 1996, IEEE, USA, vol. 8, no. 4, ISSN 1041-1135, pages 521-523, XP000587013 * le document en entier *	1-4,9,10	G02F1/35 H04B10/17 H01S3/25
A	MIKKELSEN B ET AL: "Polarisation insensitive wavelength conversion of 10 Gbit/s signals with SOAs in a Michelson interferometer" ELECTRONICS LETTERS, 3 FEB. 1994, UK, vol. 30, no. 3, ISSN 0013-5194, pages 260-261, XP000431304 * le document en entier *	1-4,9,10	
A	US 5 264 960 A (GLANCE BERNARD) 23 novembre 1993 * abrégé * * colonne 4, ligne 49 - ligne 59 * * colonne 6, ligne 7 - ligne 68 * * figures 2,6,7 *	1,5-7,9	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6) G02F H04B H01S
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 5 septembre 1997	Examineur Iasevoli, R
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

PFO FORM 1501 01.92 (P4002)